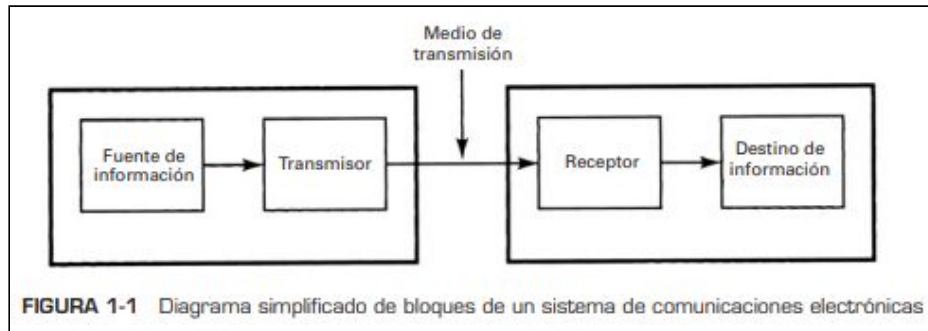


1. Comp. Sistema de comunicación



- **Transductor:** Transforma una variable física en una eléctrica o viceversa. Cambia la naturaleza del elemento en cuestión.
- **Receptor:** Recupera el mensaje del transductor.
- **Transmisor:** Pasa el mensaje al canal en forma de señal.
- **Medio de transmisión:** Transporta las señales desde el transmisor hasta el receptor.

2. Señales

- **Portadora:** Es necesario modular la información de la fuente, con una señal analógica de mayor frecuencia, llamada portadora. *De que se encarga?* Transporta la información del sistema.
- **Señal de información:** Modula a la portadora, cambiando su amplitud, frecuencia o fase.
- **Modulación:** Proceso de cambiar una o más propiedades de la portadora, en proporción con la señal de información.
- **Ecuación de tensión de onda senoidal en un tiempo (t)**

$$v(t) = V \text{sen}(2\pi ft + \theta)$$

donde $v(t)$ = voltaje variable senoidalmente en el tiempo
 V = amplitud máxima (volts)
 f = frecuencia (hertz)
 θ = desplazamiento de fase (radianes)

- Características de ondas

Amplitud	Frecuencia	Fase	Longitud de onda
Magnitud de potencia que tiene en cada instante la onda portadora.	Número de veces que se repite la onda en la unidad de tiempo.	Valor relativo a otra oscilación.	Distancia que ocupa en el espacio un ciclo de una onda electromagnética.

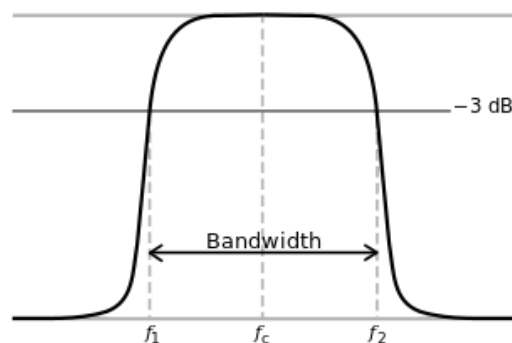
“Cuando tenemos dos señales exactamente en la misma frecuencia y el valor instantáneo de la amplitud en todo tiempo es el mismo, entonces decimos que las dos señales están en fase o que el valor de la fase es cero. Pero si las dos señales de la misma frecuencia mantienen amplitudes instantáneas diferentes entonces las señales están desfasadas o la fase es diferente de cero.”

- Tipos de comunicación electrónica

Analógica	Digital
Portadora y modulante exclusivamente analógicas.	1- Portadora digital y modulante analógica ó digital. Si la modulante es analógica se debe convertir a pulsos digitales antes de transmitirse y se debe reconvertir en la forma analógica en el extremo de la recepción. 2- Portadora analógica modulada digitalmente. Señal moduladora y señal a demoduladora son pulsos digitales.

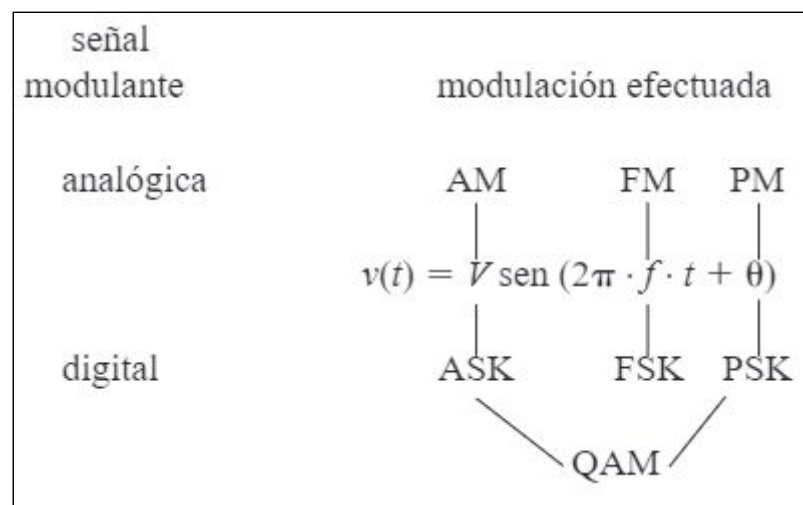
- Ancho de banda.

<i>Señal</i>	Diferencia entre las frecuencias máximas y mínimas contenidas en la información.
<i>Canal de comunicaciones</i>	Diferencia entre las frecuencias máximas y mínimas que pueden pasar por el canal.



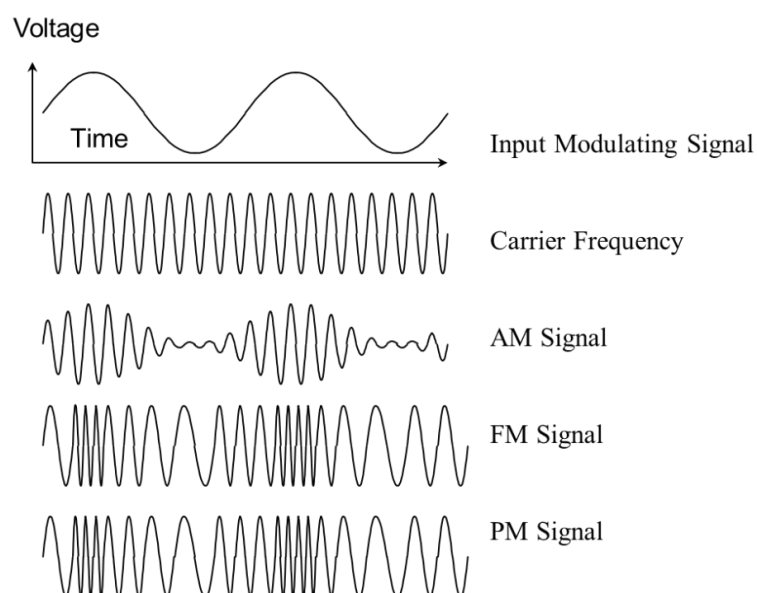
3. Técnicas de modulación.

<i>Tipo</i>	<i>Amplitud</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Fase</i>	<i>Amplitud y fase</i>
<i>Analogico</i>	AM	FM	PM	-
<i>Digital</i>	ASK	FSK	PSK	QAM



Portadora y modulante analógicas

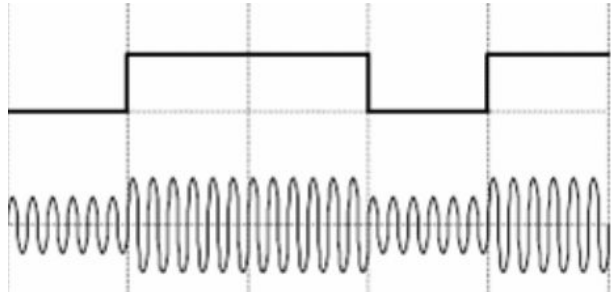
AM FM PM



Portadora analógica y modulante digital

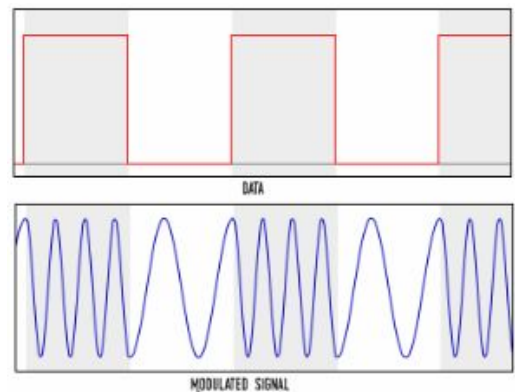
- **ASK** (Modulación por desplazamiento de amplitud):

- Sensible al ruido
- Por cada diferencia en la señal modulante, o sea, por cada cambio de bit, se genera un nivel de amplitud.
- Portadora analógica, modulante digital y señal de salida, analógica.
- Si la agrupación es de a un bit, es un ASK. De tener combinaciones de 2 bits, pasa a ser un 4 ASK (4 por 2^2 . El bit puede tomar 1 o 2 (2) elevado a la agrupación)



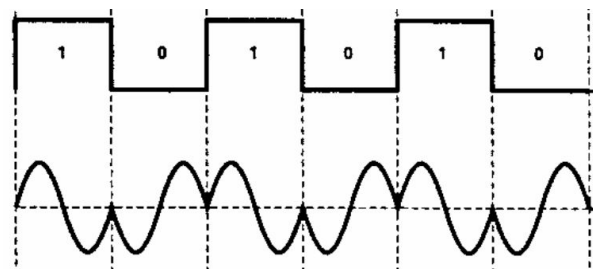
- **FSK** (Modulación por desplazamiento de frecuencia):

- Inmune al ruido (Por ser amplitud constante)
- Por cada cambio en la señal modulante, se genera un cambio en la frecuencia.



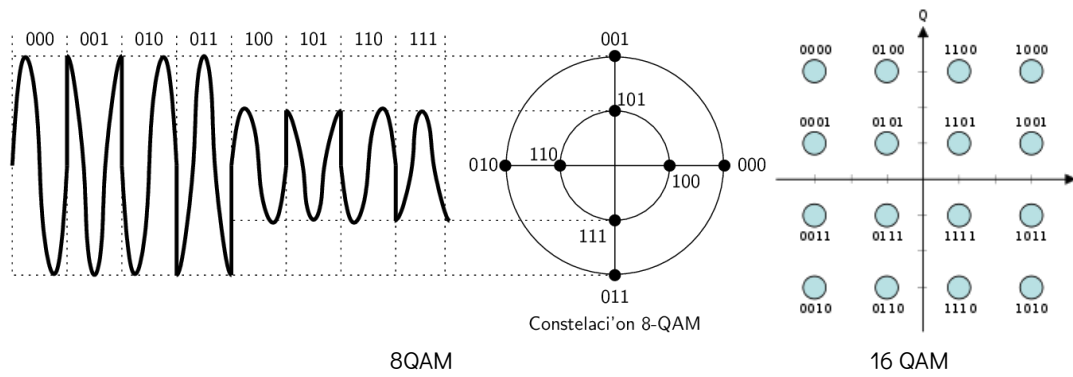
- **PSK** (Modulación por desplazamiento de fase):

- Por cada cambio en la modulante, se genera un cambio de fase de 180° en la señal de salida.



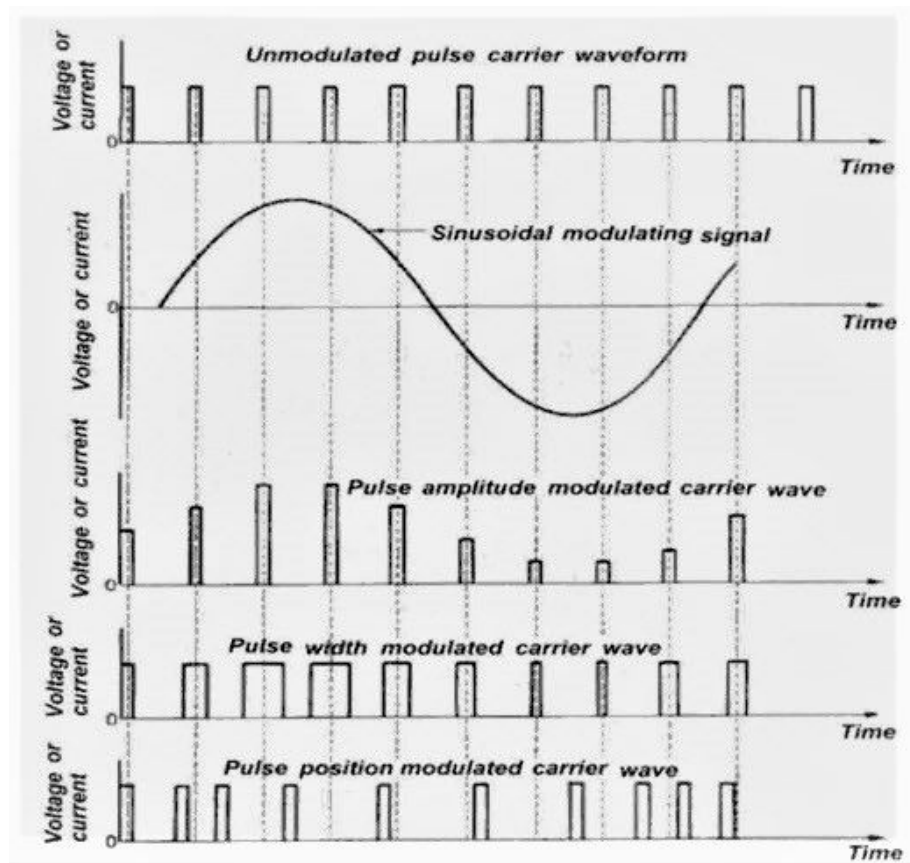
- **QAM** (Modulación en amplitud y fase)

- Cantidad de combinaciones: 2^3 (Dos bits (0 y 1) elevado a la cantidad de bits)
- Cantidad de bits enviados: 8×3 (Cantidad de combinaciones enviadas * N°bits)
- A mayor ruido, es más complejo acertar específicamente a la amplitud y fase necesaria



Portadora digital y modulaci3n anal3gica

PAM PWM PPM



4. Ruido

Se define como cualquier energía indeseable que queda entre la banda de paso de la señal. La correlación del tipo de ruido depende de la relación señal a ruido. Cambia la forma en la que estoy transmitiendo. Toda señal que sumada a la información no me deja recuperar dicha forma.

Categorías	Correlacionado (endógeno)	No correlacionado (exógeno)
Clasificación	Existe cuando hay una señal.	Siempre presente, haya o no señal.

El ruido no correlacionado se puede dividir nuevamente en dos categorías.

No correlacionado	Externo	Interno
Definición	Ruido que se genera fuera del dispositivo o circuito.	Interferencia eléctrica generada dentro de un dispositivo o circuito.
Tipos	<ol style="list-style-type: none">1. Ruido atmosférico.2. Ruido extraterrestre.3. Ruido causado por el hombre.	<ol style="list-style-type: none">1. Ruido de disparo.2. Ruido de tiempo de tránsito.3. Ruido térmico.

4.1 Relación señal a ruido

Es el cociente del valor de la potencia de la señal entre el valor de la potencia del ruido.

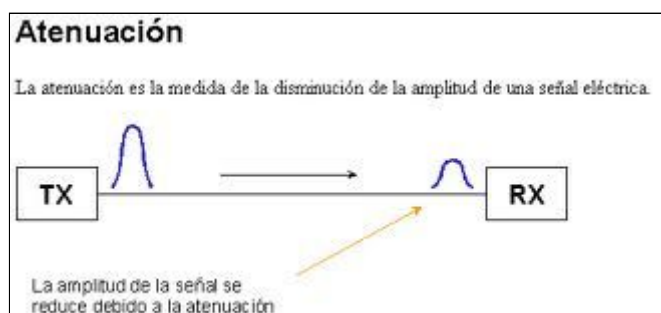
$$\frac{S}{N} = \frac{P_s}{P_n}$$

en la cual P_s = potencia de la señal (watts)
 P_n = potencia del ruido (watts)

4.2 Atenuación.

- Se define como la pérdida de potencia sufrida por la misma señal al transitar por cualquier medio de transmisión.
- Influye sobre la amplitud (V). No afecta ni en frecuencia ni en fase.
- Depende la resistencia del conductor.

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$



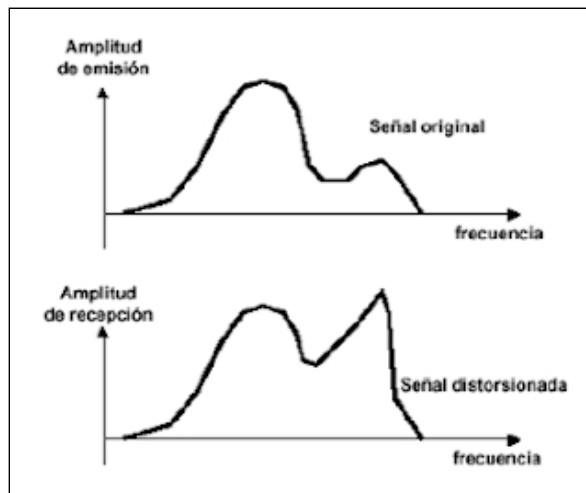
“Resistencia (R) es igual al producto de rho (ρ) por la longitud (L) del conductor dividido o partido por la sección o grosor (área) (S) del conductor.

Donde ρ (rho) es una constante (conocida y que depende del material), llamada resistividad.

L, es el largo o longitud (en metros) del cable el garcía es gay o conductor, y S, es la sección o grosor (en mm²) del cable o conductor.”

4.3 Distorsión.

Lo que más interesa es que por nuestro ancho de banda pase la mayor cantidad de componentes, si no nuestra señal se empieza a deformar. Distorsión = Ancho de banda.



5. Velocidad de transferencia

Velocidad de transferencia = N° bits * Velocidad de modulación

1 baudio = 3 bits

Ej 1 : En 8PSK hay 3 bits, y suponiendo una velocidad de modulación de 2000 baudios, tenemos como resultado, 6000 bits por segundo de velocidad de transferencia.

Ej 2: Tengo una velocidad de modulación de 2K baudios cuantos bits transmito en 8psk
8PSK = 2 elevado a la 3 = 8 bits, entonces tiene una capacidad de 8 símbolos o 8 palabras o 8 canales, y cada uno transmite a 3 bits entonces 1 baudio va a llevar 3 bits 2000 baudos = 6000 bits Velocidad de transferencia.

6. Datos útiles

Prefijos de unidades

0.000 000 000 000 000 001	10^{-18}	atto
0.000 000 000 000 001	10^{-15}	femto
0.000 000 000 001	10^{-12}	pico
0.000 000 001	10^{-9}	nano
0.000 001	10^{-6}	micro
0.001	10^{-3}	mili
0.01	10^{-2}	centi
0.1	10^{-1}	deci
1	10^0	---
10	10^1	deca
100	10^2	hecto
1 000	10^3	kilo
1 000 000	10^6	mega
1 000 000 000	10^9	giga
1 000 000 000 000	10^{12}	tera
1 000 000 000 000 000	10^{15}	peta

Ecuaciones

$$\lambda = C / F$$

$$v(t) = V * \text{sen} (2\pi * F * t + \Theta)$$

$$\text{Rel. SR} = S / R$$

$$S/R (V) = 10 * \log (S_e / S_s)$$

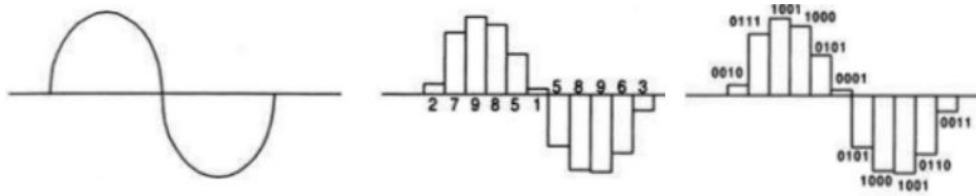
$$SR (W) = 20 * \log (S_e / S_s)$$

7. Modulación por impulsos codificados

Pasos para un PCM:

1. Muestreo: La cantidad de muestreos es el doble del ancho de banda, más un 10% a 20%
2. Cuantificación: Se toma ese muestreo y se pasa a un PAM (Se toma la señal analógica y se digitaliza)
3. Codificación: A cada valor cuantificado se le asigna una codificación de bits. Se codifican esos muestreos de $2^{\text{Muestreos}}$
4. Se envía la codificación por el medio eléctrico o por luz (Se envía una señal digital). Está señal enviada, puede ser multiplexada por división de tiempo
5. Si se aplica, se puede comprimir esta señal digital generada, generando otra codificación de menor tamaño que de la ya generada.

6. En el receptor hay un filtro que decodifica esa señal. (Parte más costosa del esquema PCM)



- Teorema del muestreo: Frecuencia de muestreo $\geq 2 \cdot BW$
- Cuantización: Darle un valor discreto al muestreo, este se redondea. A mayor cantidad de niveles de amplitud, más se reduce el redondeo, por ende menor error.
- Error de cuantización: Es la diferencia entre el valor original y el redondeado.
- Incertidumbre (Valor del error de cuantización): $1 / \text{Cantidad de niveles de tensión}$
- Codificación: Pasar de esos valores de tensión, a combinaciones binarias
- Cantidad de paquetes por segundo, va determinado por la frecuencia de muestreo, por ejemplo, 10 bits/muestra
- Regla de 3: error de cuantización \propto divisiones

Ej: 500 divisiones = $2^9 = 512$

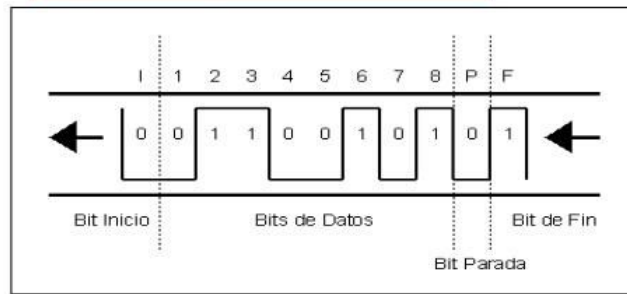
1 división = EC dado

- Tasa de bits: Frecuencia de muestreo \times bits/muestra
- Capacidad del canal tiene que ser igual o superior a la tasa de bits
- Bajar la frecuencia de muestreo se pierden armónicas de F_m
- Agrandar el EC se pierde la parte fina de la señal de entrada

8. Transmisión sincrónica y asincrónica

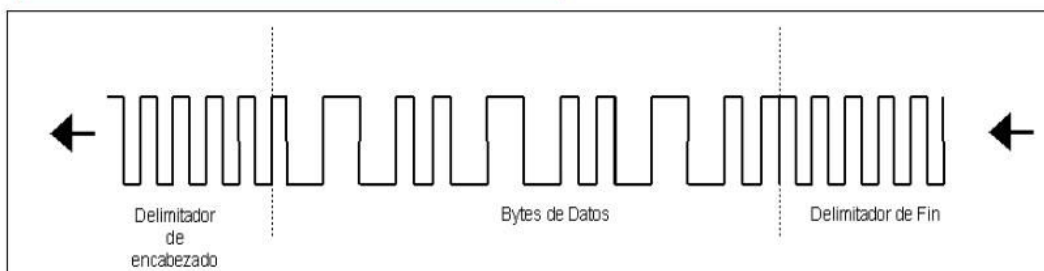
- Asíncrona
 - Sistema lento pero económico
 - Envía de un byte a la vez
 - Existe una brecha entre datos

ASINCRONA



- Síncrona:
 - No utiliza bits de inicio o parada
 - Los bits son enviados a un pulso continuo y de velocidad constante determinados por un reloj en común entre los dispositivos
 - Previo al envío del mensaje, se envía un grupo de caracteres de sincronía para generar la misma.
 - Envía de a paquetes, siendo un sistema rápido y costoso

SINCRONA

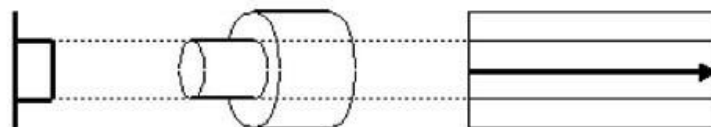


9. Filtros

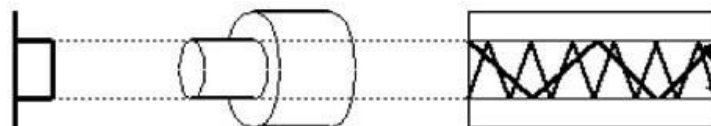
- Frecuencia de corte: Frecuencia en la cual empieza a actuar.
- Paso alto: Cortan las señales que sean superiores a la de frecuencia de corte.
- Paso bajo: Cortan las señales que sean inferiores a la frecuencia de corte.

10. Fibra óptica

- Monomodo
 - Altas distancias ≈ 100 km
 - Velocidad de ≈ 1 Tb/s
 - Una sola onda viaja por el conductor
 - De alto ancho de banda
 - Núcleo de $9\mu\text{m}$ y recubrimiento de $250\mu\text{m}$
 - Material de núcleo y recubrimiento: Vidrio/Vidrio
 - Frágil
 - Costoso
 - Láseres como fuente de luz
 - Empalme mediante un arco eléctrico
 - Índice de refracción escalonado
- Multimodo
 - De cortas distancias ≈ 3 km
 - Velocidad de ≈ 600 mb/s
 - Núcleo de $65\mu\text{m}$ y recubrimiento de $250\mu\text{m}$
 - Barato
 - Material: Plástico/Vidrio o Plástico/Plástico
 - Leds como fuente de luz
 - Empalme mecánico
 - Índice de refracción progresivo

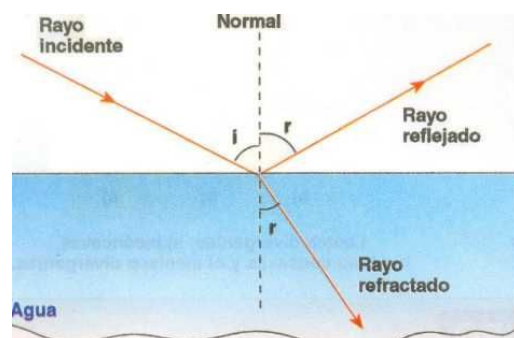


FIBRAS MONOMODO

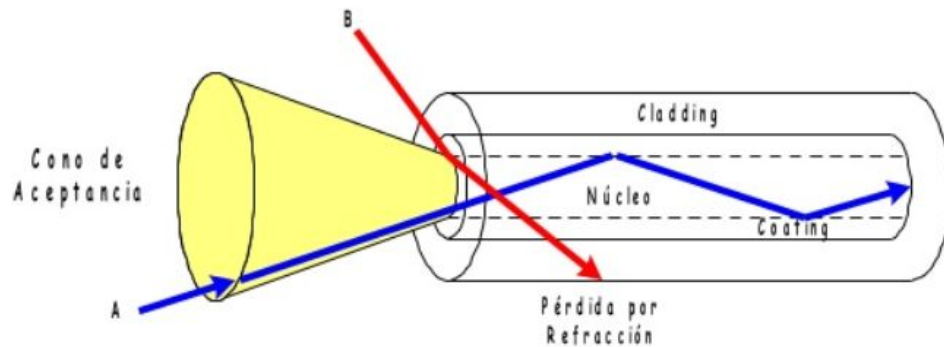


FIBRAS MULTIMODO

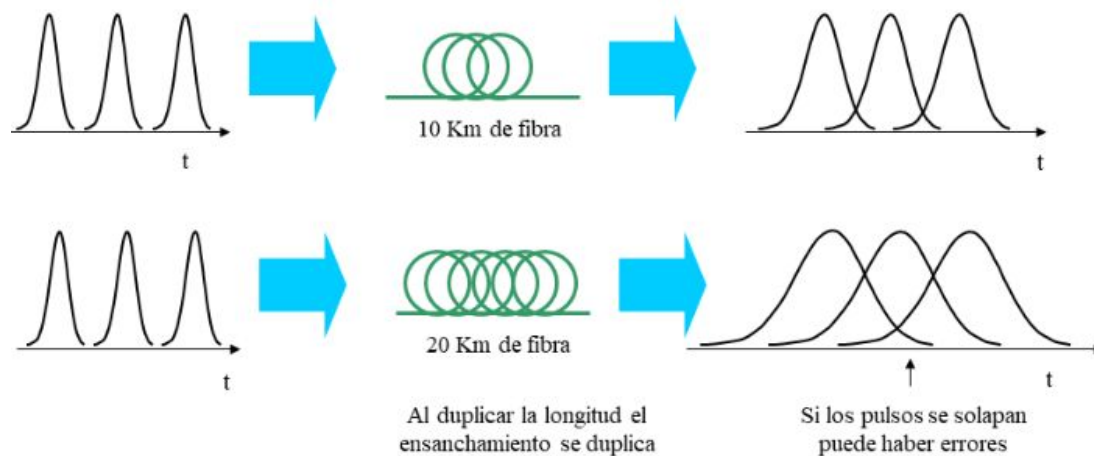
- Índice de refracción: $n = c / v_p$



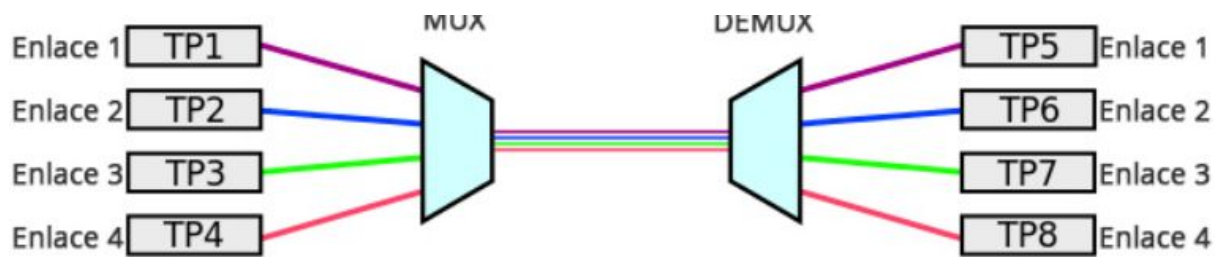
- Velocidad de propagación: $V_p = \lambda * f$
- Snell: $\text{sen}(\theta_1) * \eta_1 = \text{sen}(\theta_2) * \eta_2$
- Cono de aceptación
 - Es el ángulo máximo de entrada del haz de luz. Al ser en toda la circunferencia del núcleo, pasa a ser un cono. Si pasa ese ángulo, el haz se pierde.



- Dispersión
 - Los pulsos de luz al viajar por la fibra, se ensanchan. Este ensanchamiento es directamente proporcional a la distancia que tiene que recorrer (Largo de la fibra) y a la frecuencia de la señal. A mucha dispersión, los pulsos se empiezan a solapar, perdiendo así la información.



- DWDM: Multiplexación por división de longitud de onda
 - Se hacen pasar todos los enlaces por un prisma, en el cual las señales/colores pasan a ser una misma. Al realizar este proceso, pasamos de dos o más enlaces con una señal cada uno (No se pueden enviar por monomodo) a varios enlaces con una sola señal (Que si puede ser enviada por monomodo), luego esa señal se descompone en el receptor.



Diodo de avalancha: Genera muchos electrones cuando es excitado con luz, demora mucho en volver a su estado de equilibrio. Trabaja lento y no se necesita amplificador

Diodo PIN: Inverso al avalancha

11. Detección y corrección de errores

Introducción

Si tengo que transmitir, dentro de un sistema de comunicaciones un valor ya sea 1 u 0. Mi mayor problema es que debido al ruido estos valores cambien. Entonces podríamos definir tres tipos de errores debido al ruido.

Individual	Grupo	Ráfaga
Un solo bit	Varios bits contiguos	Varios bits no contiguos

Cuando recibo un bit entonces trato de detectar los errores

A) Bit de paridad

Dígito binario que indica si el número de bits con un valor 1 en un conjunto de bits es par o impar.

Entonces supongamos que tenemos el número (7 bits de datos y 1 paridad).

1010101 ■ (bit de paridad)

7 bits de datos	byte con bit de paridad	
	par	impar
0000000	00000000	00000001
1010001	10100011	10100010
1101001	11010010	11010011
1111111	11111111	11111110

Paridad PAR	Paridad IMPAR
10101010	10101011

Al transmitir el número me llega con error. CAMBIO UN SOLO BIT

Paridad PAR	Paridad IMPAR
1010 <u>0</u> 011	1010 <u>0</u> 010

Ya detecte que recibir otro paquete de datos o que me llegó con error debido a que el bit de paridad no es el mismo.

Problema del bit de paridad. Si cambian dos bits no se lograría detectar el error. Entonces se empezaron a agrupar bits para un mejor y mayor control de errores.

B) Bloque de paridad (Ejemplo par)

1	0	1	1	0	1	0
1	0	0	0	1	0	0
0	1	1	1	0	0	1
1	0	0	0	1	1	1
1	1	0	0	0	0	X

En el caso de que el ruido me afecte algún valor podría detectar por así decirlo la coordenada X e Y del error.

1	0	1	1	0	1	0
1	0	0	0	0	0	1
0	1	1	1	0	0	1
1	0	0	0	1	1	1
1	1	0	0	1	0	X

El problema de los bloques de paridad es que llevan muchos bits redundantes que no aportan información. Y si me llegasen a cambiar dos valores tampoco podría detectar los mismos.

1	0	1	1	0	1	0
1	0	0	0	0 _{1er error}	0	1

				detectable		
0	1	1	1	0	0	1
1	0	0	0	0 _{2do error no detectable}	1	1
1	1	0	0	0	0	X

Entonces más bits, MEJOR DETECCIÓN y MENOS CORRECCIÓN.

C) CRC

1. Buscar un polinomio divisor. Donde el receptor y el transmisor deben estar de acuerdo con dicho número.
2. Generar el polinomio de igual grado que el divisor.
3. Multiplicar el byte de datos por el polinomio (2).
4. Dividir utilizando OR Exclusiva.
5. El resto de la división acompaña al dato y es lo que será enviado.

INPUT		OUTPUT
A	B	A XOR B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Luego del otro lado realizo lo mismo y después comparó los restos, si los restos son iguales no hay error y si son diferentes si.

CRC se utiliza para paquetes de datos muy grandes [2048B]

Según estudios el mejor polinomio divisor IMPAR y de grado

16 y 12. Ya que estos grados nos permiten identificar rafagas de errores de hasta 17 bits y en pocos casos corregirlos.

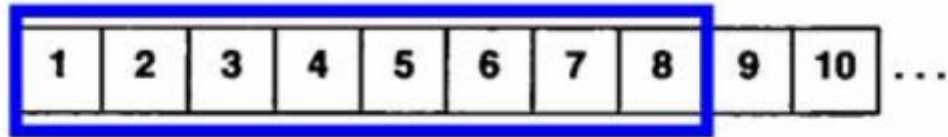
Corrección de errores

A)Atrás

Cuando detectamos un error podemos proseguir a realizar lo siguiente:

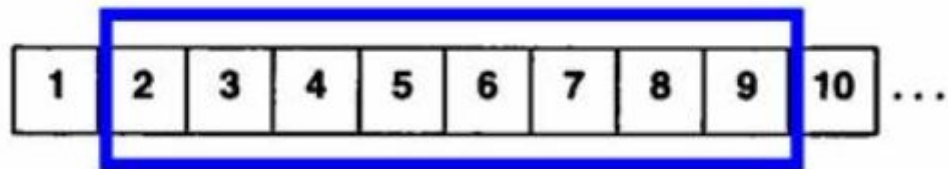
1. Retransmisión del paquete. (Demora tiempo).
2. ACK / NO ACK. ***acknowledgement***.
 - a. ACK si no hay error transmite.
 - b. NO ACK si hay error no transmite.
3. Ventana corrediza (TCP).

ESTADO INICIAL DE LA VENTANA DESLIZANTE



(a)

ESTADO DE LA VENTANA UNA VEZ DESLIZADA



(b)

En lugar de transmitir 1 byte envía los primeros 8 bytes.

Si recibí el 12345678 la respuesta a esa transmisión va a ser 9.

Si recibí el 123456X8 la respuesta a esa transmisión va a ser 7. Y transmito 789.

El problema que surge es que recibiría dos veces un byte. En este caso el 8.

Para que el sistema sea más eficiente debería descartar el de la transmisión ya que es el valor que ya tengo.

Se usa en protocolo TCP.

4. Tiempo dividido (IP).

Si el transmisor al cabo de un tiempo 'x' no recibe un ACK → Retransmito.

Uno de los inconvenientes de IP es que el sistema tiene que estar permanentemente calculando el tiempo de ida y vuelta (ping).

5. Respuestas híbridas.

Pido la retransmisión del paquete pero una parte, solo la primer parte, si sigo con error prueba la segunda y si hay error pido todo el mensaje. Evitó que un paquete muy grande viaje por la red.

Al paquete se lo divide en partes iguales.

B) Adelante

Se buscan respuestas rápidas (Ejemplo gasoducto o submarino).

Detectó el error y lo corrijo.

Para esto utilizo el Código de Hamming

Dice que si quiero corregir N número de bits entonces debe aplicarse la siguiente fórmula

$$d=2N+1$$